



COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

0400
PATENT
81868.0041

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Mr. Kiyoharu Iwanami

Serial No: 10/067,686

Filed: February 4, 2002

For: Optical Pickup Device and Method
for Designing the Same

Art Unit: Not Assigned

Examiner: Not Assigned

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application No. 2001-036619 which was filed February 14, 2001, from which priority is claimed under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

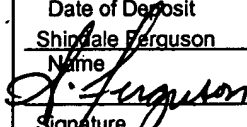
Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

Date: March 7, 2002

By: 

Anthony J. Orlor
Registration No. 41,232
Attorney for Applicant(s)

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to:
Assistant Commissioner for Patents
Washington D.C. 20231, on
March 7, 2002
Date of Deposit
Shirley Ferguson
Name
 March 7, 2002
Signature Date

500 South Grand Avenue, Suite 1900
Los Angeles, California 90071
Telephone: 213-337-6700
Facsimile: 213-337-6701

2009-65



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 2月14日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-036619

[ST.10/C]:

[JP2001-036619]

出 願 人
Applicant(s):

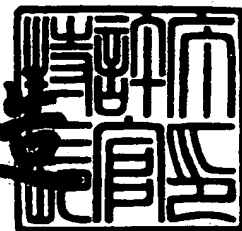
株式会社三協精機製作所

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2002年 2月 8日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 2000-12-06

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 5/18

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 株式会社三協精機
製作所内

【氏名】 酒井 博

【特許出願人】

【識別番号】 000002233

【氏名又は名称】 株式会社三協精機製作所

【代理人】

【識別番号】 100090170

【弁理士】

【氏名又は名称】 横沢 志郎

【電話番号】 0263(40)1881

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014801

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ヘッド装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の光を出射する第1の光源と、前記第1の光と波長が異なる第2の光を出射する第2の光源と、前記第1あるいは第2の光を偏向させて双方の光軸を合わせる回折素子とを有し、

前記回折素子は、その入射面および出射面のうちの一方が階段状格子面とされた階段状回折素子であり、

この階段状格子面の段差は、前記第1および第2の光のうち一方の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定されており、

当該階段状格子面の段数は、他方の光に対する+1次回折効率または-1次回折効率を最大とする段数に設定されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項2】 請求項1において、

前記第1の光の波長 λ_1 は前記第2の光の波長 λ_2 よりも長く、

前記階段状格子面の段差は、前記第1の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定されており、

当該階段状格子面の段数は、

$$\lambda_2 / \lambda_1 = \alpha / (\alpha + 1)$$

を満足する α に最も近い整数であることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項3】 請求項1において、

前記第1の光の波長 λ_1 は前記第2の光の波長 λ_2 よりも長く、

前記階段状格子面の段差は、前記第2の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定されており、

当該階段状格子面の段数は、

$$\lambda_2 / \lambda_1 = \alpha / (\alpha + 1)$$

を満足する α に最も近い整数に1を加算した値であることを特徴とする光ヘッド装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CD（コンパクトディスク）やDVD（デジタルバーサタイルディスク）などの光記録媒体の記録、再生に用いられる2波長光ヘッド装置に関するものである。更に詳しくは、このような2波長光ヘッド装置において、発光点位置が異なる光源から出射された波長の異なる光の一方を偏向させて双方の光の光軸合わせを行なうために用いる階段状回折素子の設計方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光記録媒体としては、CD（コンパクトディスク）およびDVD（デジタルバーサタイルディスク）等のように基板厚さや記録密度が異なるものが知られており、これらの光記録媒体に対して情報の記録や再生を行う場合に、異なる波長のレーザ光が必要になることがある。例えば、DVDの再生には650nm波長のレーザ光が必要であるのに対して、CD-Rは650nm波長帯域での反射率が低いので、その再生・記録のためには780nm波長のレーザ光が必要である。

【0003】

そこで、DVDの再生およびCD-Rの再生記録を行うための光ヘッド装置としては、波長が650nmのレーザ光を出射するレーザ光源と、波長が780nmのレーザ光を出射するレーザ光源が搭載された所謂、2波長光ヘッド装置と呼ばれるものが知られている。

【0004】

たとえば、特開平11-185282号公報に開示されている2波長光ヘッド装置では、その小型およびコンパクト化のために、各レーザ光の光学系を共用化している。そのために、各レーザ光源から射出された発光点が異なるレーザ光の一方を回折格子によって偏向することにより、双方のレーザ光を共通光路に導き、共通の対物レンズを介して光記録媒体上に収束させている。

【0005】

ここで、位相回折素子として用いられる回折格子は、透明基板から形成され、その相対する入射面および出射面のうち一方に凸凹状の格子が形成された格子面となっている。この格子の深さが、波長の短いレーザ光源からのレーザ光に対し

て回折格子位相が 2π 、すなわち 1 波長の光路差に設定されている。このため、波長の短いレーザ光源からのレーザ光は回折作用を受けずに直進し、波長の長いレーザ光源のレーザ光は回折作用を受け、回折によって得られる 1 次回折光が共通光路に導かれる。

【0006】

回折作用を受けない波長の短いレーザ光源の波長を 650 nm 、回折作用を受ける波長の長いレーザ光源の波長を 780 nm とすれば、回折格子は、格子の材料の屈折率を N 、格子の深さを d としたとき、 $N \times d = 650\text{ nm}$ を満足するように構成される。

【0007】

一方、波長 780 nm の光に対する位相差は、次式 (1) により表される。

【0008】

$$N \times d / 780 \times 2 \times \pi = 0.833 \times 2\pi \quad (1)$$

また、波長 780 nm の ± 1 次光の回折効率、次式 (2) より求めることができる。

【0009】

$$(2/\pi)^2 \times \sin^2(0.833 \times 2\pi/2) = 0.10 \quad (2)$$

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来の 2 波長光ヘッド装置では、回折格子、すなわち、位相回折素子により回折される波長 780 nm 側のレーザ光の利用効率が 0.1 と小さい。このため、CD-R 記録を行うためには、通常の 10 倍の光量を発光するレーザ光源を使用しなければならない。光の回折効率の低下を防ぐためには、位相回折素子として、格子形状を階段状とした階段状回折素子を用いる必要がある。

【0011】

また、光量変調を行なった場合には、光源として用いられる半導体レーザの波長が光量に応じて数 nm 変動するので、波長変動に起因して回折角が変化し、光軸ずれが発生する。かかる光軸のずれ角 $\Delta\theta$ は次式 (3) で表される。

【0012】

$$\Delta \theta = \sin^{-1} (\Delta \lambda / P) \quad (3)$$

ここで、 $\Delta \lambda$ は再生時と記録時の波長変化量、 P は格子間隔である。

【0013】

記録時に光軸ずれが発生すると、トラックずれの発生や、ピット形状が変形する等の弊害が発生するので好ましくない。

【0014】

一方、2波長を使用する光学系は、波長によって、対物レンズやコリメートレンズの焦点距離が異なるなどの色収差が生じている。このため、コリメートレンズの色収差に合わせて、各光源の発光点の光進行方向の位置を決定しなければならない。よって、2波長光源の設計はコリメートレンズの設計に依存し自由度が無い。

【0015】

以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、波長の異なる光を出射する複数の光源から出射された各光を共通光学系に回折効率よく導くことができる階段状回折素子を備えた光ヘッド装置を提案することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の光ヘッド装置は、第1の光を出射する第1の光源と、前記第1の光と波長が異なる第2の光を出射する第2の光源と、前記第1あるいは第2の光を偏向させて双方の光軸を合わせる回折素子とを有し、前記回折素子は、その相対する入射面および出射面のうちの一方が階段状格子面とされた階段状回折素子であり、この階段状格子面の段差は、前記第1および第2の光のうち一方の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定されており、当該階段状格子面の段数は、他方の光に対して+1次回折効率または-1次回折効率を最大とする段数に設定されていることを特徴としている。

【0017】

ここで、前記第1の光の波長 λ_1 が前記第2の光の波長 λ_2 よりも長い場合、すなわち、第1の光が長波長側の光であり、第2の光が短波長側の光である場合、前記階段状格子面の段差を、前記第1の光に対して1波長分の位相差を発生さ

せる寸法に設定すれば、長波長側の第1の光は階段状回折素子による回折作用を受けずに、そのまま当該回折素子を直進する。

【0018】

この場合、階段状回折素子の階段状格子面の段数を、

$$\lambda 2 / \lambda 1 = \alpha / (\alpha + 1)$$

を満足する α に最も近い整数となるように設定すれば、短波長側である第2の光における-1次回折光の回折効率を高めることができる。よって、当該-1次回折光を第2の光源からの出射光として利用すればよい。

【0019】

逆に、階段状回折素子の階段状格子面の段差を、前記第2の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定すれば、短波長側の第2の光は階段状回折素子による回折作用を受けずに、そのまま当該回折素子を直進する。

【0020】

この場合、階段状回折素子の階段状格子面の段数を、

$$\lambda 2 / \lambda 1 = \alpha / (\alpha + 1)$$

を満足する α に最も近い整数に1を加算した値とすれば、長波長側である第1の光における+1次回折光の回折効率を高めることができる。よって、当該+1次回折光を第1の光源からの出射光として利用すればよい。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して、本発明の光ヘッド装置の実施例を説明する。

【0022】

(第1の実施例)

図1は本例の光ヘッド装置の光学系を示す概略構成図である。本例の光ヘッド装置1は、CD、CD-R、DVDなど、基板厚さや記録密度が異なる複数種類の光記録媒体6に対して情報の再生、記録を行うものであり、波長が785nmの第1のレーザ光L1を出射する第1のレーザ光源11と、波長が650nmの第2のレーザ光L2を出射する第2のレーザ光源12とが共通パッケージに収納された2波長光源(ユニット光源)10と、共通の光学系Loを備えている。第

1のレーザ光L1と第2のレーザ光L2とは、それらの発光点位置が所定の間隔だけ離れている。

【0023】

共通光学系L0には、2波長光源10から出射された第1のレーザ光L1を直進させ、第2のレーザ光L2を偏向させて双方の光軸を合わせる階段状回折素子20と、光軸が一致したレーザ光L1、L2を部分的に反射する平板状のビームスプリッタ30と、このビームスプリッタ30で反射されたレーザ光L1、L2を平行光化するコリメートレンズ40と、コリメートレンズ40から出射されたレーザ光L1、L2を光記録媒体6の記録面6aに収束させる対物レンズ41とが配置されている。階段状回折素子20については後述する。

【0024】

また、共通光学系L0には、光記録媒体6の記録面6aで反射された後に、ビームスプリッタ30を通過した第1のレーザ光L1および第2のレーザ光L2の戻り光を受光するための共通受光素子13が配置されている。

【0025】

この構成の光ヘッド装置1において、光記録媒体6としてCD-Rに情報を記録するときは、第1のレーザ光源11から、波長が785nmの第1のレーザ光L1を出射する。この第1のレーザ光L1は、階段状回折素子20を介して共通光学系L0に導かれ、対物レンズ41によって、CD-Rの記録面に光スポットとして収束し、情報が記録される。

【0026】

これに対して、光記録媒体6としてDVDに情報を再生等するときは、第2のレーザ光源12から、波長が650nmの第2のレーザ光L2を出射する。この第2のレーザ光L2も、階段状回折素子20を介して共通光学系L0に導かれ、対物レンズ41によって、DVDの記録面に光スポットとして収束し、DVDの記録面で反射した第2のレーザ光L2の戻り光は、ビームスプリッタ30を介して共通受光素子13に集光する。共通受光素子13で検出された信号によりDVDの情報再生等が行われる。

【0027】

(階段状回折素子)

2波長光源10から出射された長波長785nmの第1のレーザ光L1を直進させ、短波長650nmの第2のレーザ光L2を偏向させて双方の光軸を合わせる階段状回折素子20について説明する。

【0028】

図2は、図1に示す光ヘッド装置1に用いる階段状回折素子を示す断面図である。図3は、図2に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【0029】

本例の階段状回折素子20は、使用波長に対して透明な平板から形成され、一方の面が平坦な入射面21とされ、他方の面は階段状格子面を有する出射面22となっている。階段状格子面には、5段の段面23からなる階段状格子が周期的に形成されている。

【0030】

階段状格子の段面23の段差dは、長波長785nmの第1のレーザ光L1が透過したときに 2π 、すなわち1波長の光路差を発生させる寸法に設定されている。従って、階段状回折素子20は第1のレーザ光L1をそのまま直進させ、第2のレーザ光L2を回折する。

【0031】

ここで、階段状格子の段数「5」は次のようにして決定されたものである。長波長側の第1のレーザ光の波長を λ_1 とし、短波長側の第2のレーザ光の波長を λ_2 としたときに、段数は、次式(4)を満足する α に最も近い整数とする。

【0032】

$$\lambda_2 / \lambda_1 = \alpha / (\alpha + 1) \quad (4)$$

本例では、長波長 $\lambda_1 = 785 \text{ nm}$ 、短波長 $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$ であるので、これらの値を式(4)に代入すると、

$$\lambda_2 / \lambda_1 = 650 / 785 = 0.828 \dots = \alpha / (\alpha + 1) \quad (5)$$

となり、

$$\alpha = 4.813 \dots$$

となる。よって、 α に最も近い整数である「5」が求まる。

【0033】

この5段の段面23を有する階段状回折素子20の回折効率は、0次回折効率を F_0 とし、M次回折効率を F_m とすると、以下の式(6)、(7)で表すことができる。

【0034】

$$F_0 = 1/5^2 \{ 2 \cos(2d\pi) + 2 \cos(2d\pi/2) + 1 \}^2 \quad (6)$$

$$F_m = 1/(\pi m)^2 [\sin\{\pi(2dm)\} - \sin\{\pi(2d+3/5m)\} + \sin\{\pi(d+3/5m)\} - \sin\{\pi(d+1/5m)\} + \sin(1/5\pi m)]^2 \quad (7)$$

ここで、 d は1段の高さ、 m は回折次数($m \neq 0$ の整数)である。これらの式(7)、(8)より導かれる長波長 $\lambda_1 = 785 \text{ nm}$ および短波長 $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$ における格子の深さと回折効率の関係を図3のグラフに示す。格子の深さは、長波長 785 nm を示す λ_1 の倍数で表してある。

【0035】

この図に示すように、5段の段面23の合計深さ、すなわち $4d$ の値を0から $7\lambda_1$ に変化させると $4\lambda_1$ の時に、長波長 $\lambda_1 = 785 \text{ nm}$ に対しては段差 d が1波長となり位相差は生じないので0次回折効率が1となるとともに、短波長 $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$ についても-1次回折効率が0.86となり、それぞれの回折効率が共に最大となる。従って、式(4)より求めた段数5は、長波長 $\lambda_1 = 785 \text{ nm}$ の0次回折効率と、短波長 $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$ の-1次回折効率が最大となる。

【0036】

これに対して、式(4)を満足しない段差数、すなわち、5段以外の段差数で階段状回折素子20を形成すると、長波長の0次回折効率と、短波長の+1次回折効率あるいは-1次回折効率を共に最大にすることができない。

【0037】

ここにおいて、一般的にコリメートレンズ40は、正弦条件を満足しており、

像高量が h であるとき、コリメートレンズ 40 の長波長 785 nm の焦点位置を F_{785} とすると、光軸方向の焦点位置 ΔZ は、下式 (8) で示される。

【0038】

【数1】

$$\Delta Z \doteq F_{785} - \sqrt{(F_{785})^2 - h^2} \quad (8)$$

【0039】

ここで、1つの均一な屈折率を持つ材料で製造されたコリメートレンズ 40 の短波長 650 nm のレーザ光に対する屈折率を N_{650} 、長波長 785 nm に対する屈折率を N_{785} とすると、色収差量 ΔF_c を下式 (9) で表すことができる。

【0040】

$$\Delta F_c = F_{785} - F_{785} N_{650} / N_{785} \quad (9)$$

式 (8)、(9) を足し合わせることで、異なる 2 つのレーザ光源からレーザ光の光軸と、垂直方向の位置差 (高さ) があるときの焦点ずれ ΔF を下式 (10) のように求めることができる。

【0041】

【数2】

$$\Delta F = \Delta Z + \Delta F_c \doteq F_{785} - \sqrt{(F_{785})^2 - h^2} + F_{785} - F_{785} N_{650} / N_{785} \quad (10)$$

【0042】

この焦点ずれ ΔF は、図 4 に示すように、階段状回折素子 20 の出射面 22 において階段状段面 23 を同心円状の曲線に形成とすることにより、補正することができる。

【0043】

このように本例の光ヘッド装置 1 では、異なる波長のレーザ光 L_1 、 L_2 の光軸を合わせるために階段状回折素子 20 を採用し、階段状回折素子 20 の段面 23 の段数は、回折作用を受ける側のレーザ光 L_2 の -1 次回折効率を最大とする段数に設定してある。従って、第 1 および第 2 のレーザ光源 11、12 から出射

された各光の利用効率を最大限に高めることができる。

【0044】

(第2の実施例)

図5は、第2の実施例に係る光ヘッド装置の光学系を示す概略構成図である。なお、本形態の光ヘッド装置も、実施の形態1と同様の構成であるので、共通する部分については説明を省略する。

【0045】

本例の光ヘッド装置1Aは、波長が635nmの第1のレーザ光L1Aを出射する第1のレーザ光源11Aと、波長が470nmの第2のレーザ光L2Aを出射する第2のレーザ光源12Aとが共通パッケージに収納された2波長光源（ユニット光源）10Aを有し、種類の異なる光記録媒体6に対して情報の再生、記録を行うものであり、長波長635nmの第1のレーザ光L1Aを用いてDVD-RAMやDVD-Rの記録を行い、短波長470nmの第2のレーザ光L2Aを用いて超高密度ディスクの再生を行う。

【0046】

共通光学系LoAには、2波長光源10Aから出射された第1のレーザ光L1Aを直進させ、第2のレーザ光L2Aを偏向させて双方の光軸を合わせる階段状回折素子20Aが配置されている。この階段状回折素子20Aについては後述する。

【0047】

また、コリメートレンズ40から出射されたレーザ光L1A、L2Aを光記録媒体6の記録面6aに収束させるため、第1のレーザ光L1Aに対応する第1の対物レンズ41Aと、第2のレーザ光L2Aに対応する第2の対物レンズ41Bが切換可能に配置されている。

【0048】

(階段状回折素子)

2波長光源10Aから出射された第1のレーザ光L1Aを直進させ、第2のレーザ光L2Aを偏向させて双方の光軸を合わせる階段状回折素子20Aについて説明する。

【0049】

図6は、図5に示す光ヘッド装置1Aに用いる階段状回折素子20Aを示す断面図である。図7は、図6に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【0050】

本例の階段状回折素子20Aは、使用波長に対して透明な平板から形成され、一方の面が平坦な入射面21Aとされ、他方の面は階段状表面を有する出射面22Aとなっている。出射面22Aには、階段状に3段の段面23Aが周期的に形成されている。

【0051】

段面23Aの段差dは長波長635nmの第1のレーザー光L1Aが透過したときに 2π 、すなわち1波長の光路差を発生させるように設定されている。従って、階段状回折素子20Aは、第1のレーザー光L1Aをそのまま直進させ、第2のレーザー光L2Aを回折する。

【0052】

本例においても、第1および第2のレーザー光L1、L2のうち長波長側の波長を λ_1 とし、短波長側の波長を λ_2 としたときに、段面23Aの段数「3」を、式(4)を満足する α に最も近い整数としている。長波長 $\lambda_1 = 635\text{nm}$ 、短波長 $\lambda_2 = 470\text{nm}$ であるので、式(4)は下式(11)となる。

【0053】

$$\lambda_2 / \lambda_1 = 470 / 635 = \alpha / (\alpha + 1) \quad (11)$$

よって、 $\alpha = 2.849 \dots$ となるので、段数「3」が求められる。

【0054】

この3段の段面23Aを有する階段状回折素子20Aの回折効率は0次回折効率を F_0 とし、M次回折効率を F_m とすると、以下の式(12)、(13)で表すことができる。

【0055】

$$F_0 = 1 / 3^2 \{ 2 \cos(d\pi) + 1 \}^2 \quad (12)$$

$$F_m = 1 / (\pi m)^2 [\sin \{ \pi (dm) \} - \sin \{ \pi (d + 1/3 m) \}]^2$$

$$\} + \sin(1/3\pi m)]^2 \quad (13)$$

ここで、 d は1段の高さ、 m は回折次数 ($m \neq 0$ の整数) である。これらの式 (12)、(13) より導かれる長波長 $\lambda_1 = 635 \text{ nm}$ および短波長 $\lambda_2 = 470 \text{ nm}$ における格子の深さと回折効率の関係を図7のグラフに示す。格子の深さは、長波長 635 nm を示す λ_1 の倍数で表してある。

【0056】

この図に示すように、3段の階段状回折素子の合計の深さ、すなわち $2d$ の値を0から $4\lambda_1$ に変化させると $2\lambda_1$ の時に、長波長 $\lambda_1 = 635 \text{ nm}$ に対しては段差 d が1波長となり位相差は生じないので0次回折効率が1となるとともに、短波長 $\lambda_2 = 470 \text{ nm}$ についても-1次回折効率が0.68となり、それぞれの回折効率とも最大となる。従って、式(4)より求めた段数3は、長波長 $\lambda_1 = 635 \text{ nm}$ の0次回折効率と、短波長 $\lambda_2 = 470 \text{ nm}$ の-1次回折効率が最大となる。

【0057】

また、コリメートレンズ40は正弦条件を満足しているので、像高量が h であるとき、コリメートレンズ40の長波長 635 nm の焦点位置を F_{635} とすると、光軸方向の焦点位置 ΔZ は、下式(14)で示される。

【0058】

【数3】

$$\Delta Z \doteq F_{635} - \sqrt{(F_{635})^2 - h^2} \quad (14)$$

【0059】

ここで、1つの均一な屈折率を持つ材料で製造されたコリメートレンズ40の波長 470 nm のレーザ光に対する屈折率を N_{470} 、波長 635 nm に対する屈折率を N_{635} とすると、色収差量 ΔF_c を下式(15)で表すことができる。

【0060】

$$\Delta F_c = F_{635} - F_{635} N_{470} / N_{635} \quad (15)$$

式(14)、(15)を足し合わせるにより、異なる2つのレーザ光源からレーザ光の光軸と、垂直方向の位置差(高さ)があるときの焦点ずれ ΔF を下

式(16)のように求めることができる。

【0061】

【数4】

$$\Delta F = \Delta Z + \Delta F_c \doteq F_{635} - \sqrt{(F_{635}^2 - h^2)} + F_{635} - F_{635} N_4$$

$$70 / N_{635} \quad (16)$$

【0062】

この焦点ずれ ΔF は、実施の形態1において図4に示したように、階段状回折素子20Aの出射面22Aにおいて階段状段面23Aを同心円状の曲線に形成とすることにより、補正することができる。

【0063】

(第1の実施例の別の例)

上記の第1の実施例の光ヘッド装置1における階段状回折素子20は、長波長780nmの第1のレーザ光L1を直進させ、短波長650nmの第2のレーザ光L2を回折して双方の光軸を合わせているが、長波長のレーザ光L1を回折し、短波長のレーザ光L2を直進させて双方の光軸を合わせるように構成することもできる。なお、以下の説明では、長波長側の第1のレーザ光L1の波長 λ_1 を785nmとし、短波長側の第2のレーザ光L2の波長 λ_2 を635nmとして説明する。

【0064】

図8は、この場合における階段状回折素子を示す断面図である。図9は、図8に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【0065】

本例の階段状回折素子20Bは、波長785nmの第1のレーザ光L1を偏向させ、波長635nmの第2のレーザ光L2を直進させて双方の光軸を合わせるものであり、使用波長に対して透明な平板から形成され、一方の面が平坦な入射面21Bとされ、他方の面は階段状表面を有する出射面22Bとなっている。出射面22Bには、階段状に5段の段面23Bが周期的に形成されている。

【0066】

5段の段面23Bは、段差の深さdが短波長635nmの第2のレーザ光L2

が透過したときに 2π 、すなわち 1 波長の光路差を発生させる寸法に設定されている。従って、階段状回折素子 20B は、第 1 のレーザ光 L1 を偏向させ、第 2 のレーザ光 L2 をそのまま直進させて、双方の光軸を合わせることができる。

【0067】

本例では、上記の実施の形態 1、2 とは異なり、この段面 23B の段数を次のようにして決定している。すなわち、第 1 および第 2 のレーザ光 L1、L2 のうち長波長側の波長を λ_1 とし、短波長側の波長を λ_2 としたときに、段数を、式 (4) を満足する α に最も近い整数に「1」を加算した値としている。長波長 $\lambda_1 = 785 \text{ nm}$ 、短波長 $\lambda_2 = 635 \text{ nm}$ であるので、式 (4) は下式 (17) となる。

【0068】

$$\lambda_2 / \lambda_1 = 635 / 785 = \alpha / (\alpha + 1) \quad (17)$$

式 (17) より、 $\alpha = 4.235 \dots$ であるので、この α に最も近い整数は「4」であり、従って、段数は 5 ($= \alpha + 1$) と求められる。

【0069】

このように形成された 5 段の階段状回折素子 20B の回折効率、0 次回折効率、M 次回折効率は、実施の形態 1 と同様の式 (6)、(7) で表され、これらの式 (6)、(7) より導かれる長波長 $\lambda_1 = 785 \text{ nm}$ 、短波長 $\lambda_2 = 635 \text{ nm}$ における格子の深さと回折効率の関係を図 9 のグラフに示す。格子の深さは、短波長 635 nm を示す λ_2 の倍数で表してある。

【0070】

この図に示すように、5 段の階段状回折素子の合計の深さ、すなわち $4d$ の値を 0 から $7\lambda_2$ に変化させると $4\lambda_2$ の時に、短波長 $\lambda_2 = 635 \text{ nm}$ に対しては段差 d が 1 波長となり位相差は生じないので 0 次回折効率が 1 となるとともに、長波長 $\lambda_1 = 785 \text{ nm}$ についても +1 次回折効率が 0.86 となり、それぞれの回折効率とも最大となる。従って、式 (4) より求めた段数 5 は、長波長 $\lambda_1 = 785 \text{ nm}$ の +1 次回折効率と、短波長 $\lambda_2 = 635 \text{ nm}$ の 0 次回折効率が最大となる。

【0071】

上記(4)式を満足しない段差数、すなわち、5段以外の段差数で階段状回折素子20Bを形成する時は、短波長の1波長を1つの段差の高さにしても、長波長の+1次回折効率と、短波長の0次回折効率との最大値が一致しない。

【0072】

なお、コリメートレンズ40の像高特性は、像高量が h であるとき、コリメートレンズ40の短波長635nmの焦点位置を F_{635} とすると、光軸方向の焦点位置 ΔZ は、下式(18)で示される。

【0073】

【数5】

$$\Delta Z \doteq F_{635} - \sqrt{(F_{635})^2 - h^2} \quad (18)$$

【0074】

ここで、1つの均一な屈折率を持つ材料で製造されたコリメートレンズ40の波長635nmのレーザ光に対する屈折率を N_{635} 、波長785nmに対する屈折率を N_{785} とすると、色収差量 ΔF_c を下式(19)で表すことができる。

【0075】

$$\Delta F_c = F_{635} - F_{635} N_{785} / N_{635} \quad (19)$$

式(18)、(19)を足し合わせるにより、異なる2つのレーザ光源からレーザ光の光軸と、垂直方向の位置差(高さ)があるときの焦点ずれ ΔF を下式(20)のように求めることができる。

【0076】

【数6】

$$\Delta F = \Delta Z + \Delta F_c \doteq F_{635} - \sqrt{(F_{635})^2 - h^2} + F_{635} - F_{635} N_{785} / N_{635} \quad (20)$$

【0077】

この焦点ずれ ΔF は、実施の形態1と同様に図4に示すように、階段状回折素子20Bの出射面22Bにおいて階段状段面23Bを同心円状の曲線に形成とすることにより、補正することができる。

【0078】

このような階段状回折素子20Bを備えた光ヘッド装置は、長波長の第1のレーザ光L1を用いて行うCD-Rの再生を行う場合、短波長の第2のレーザ光L2を用いて行うDVD、DVD-RAM、DVD-Rの再生および記録を行う場合、いずれにおいても、レーザ光の利用効率を最大限に高めることができる。

【0079】

(第2の実施例の別の例)

同様に、第2の実施例の光ヘッド装置1Aにおける階段状回折素子20Aは、長波長635nmの第1のレーザ光L1を直進させ、短波長470nmの第2のレーザ光L2を偏向して双方の光軸を合わせているが、長波長のレーザ光L1を偏向し、短波長のレーザ光L2を直進させて双方の光軸を合わせるように構成することもできる。

【0080】

図10は、図5に示す光ヘッド装置1Aに用いる階段状回折素子の別の例を示す断面図である。

【0081】

本例の階段状回折素子20Cは、波長635nmの第1のレーザ光L1Aを偏向させて、波長470nmの第2のレーザ光L2Aを直進させて双方の光軸を合わせるものであり、透光性を有する平板から形成され、一方の面が平坦な入射面21Cとされ、他方の面は階段状表面を有する出射面22Cとなっている。出射面22Cには、階段状に4段の段面23Cが周期的に形成されている。

【0082】

4段の段面23Cは、段差の深さdが波長470nmの第2のレーザ光L2Aが透過したときに 2π 、すなわち1波長の光路差を発生させる設定されている。従って、階段状回折素子20Cは、第1のレーザ光L1Aを偏向させ、第2のレーザ光L2Aをそのまま直進させて、双方の光軸を合わせることができる。

【0083】

本例は、第1および第2のレーザ光L1、L2のうち長波長側の波長を λ_1 とし、短波長側の波長を λ_2 としたときに、段数は、式(4)を満足する $\alpha + 1 =$

4 から、4 段と求めることができる。

【0084】

このような4 段の階段状回折素子 20B を備えた光ヘッド装置は、波長 635 nm の第 1 のレーザ光 L1A の +1 次回折効率 は 0.81 であり、波長 470 nm の第 2 のレーザ光 L2A の 0 次回折効率は 1 となる。

【0085】

(その他の実施の形態)

なお、上記の各例では、階段状回折素子が、第 1 のレーザ光源および前記第 2 のレーザ光源から共通光学系の対物レンズに至る光路、すなわち、光学系の往路に配置されている。この代わりに、対物レンズから受光素子に至る光学系の復路、例えば、共通光学系のビームスプリッタと共通受光素子との間に配置することもできる。

【0086】

この場合には、光軸がずれた状態で共通光学系を導かれた第 1 および第 2 のレーザ光の戻り光を、階段状回折格子により光軸を合わせて共通受光素子に受光させることができる。

【0087】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の 2 波長光ヘッド装置では、異なる波長の光の光軸を合わせるために用いる位相回折素子として階段状回折素子を採用し、階段状回折素子の段差および段数を、双方のレーザ光の利用効率が最大となるように設定している。従って、異なる光源から出射される波長の異なる光のそれぞれを、光量損失の少ない状態で階段状回折素子を介して共通光学系に導くことができる。このように、本発明によれば、出射光の利用効率を高めることができるので、光源の低出力化を実現でき、それに伴って装置の省電力化も実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明を適用した第 1 の実施例に係る光ヘッド装置の光学系を示す概略構成図である。

【図 2】

図 1 に示す光ヘッド装置に用いる階段状回折素子を示す断面図である。

【図 3】

図 2 に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【図 4】

図 2 に示す階段状回折素子の格子の形成状態を示す平面図である。

【図 5】

本発明を適用した第 2 の実施例に係る光ヘッド装置の光学系を示す概略構成図である。

【図 6】

図 5 に示す光ヘッド装置に用いる階段状回折素子を示す断面図である。

【図 7】

図 6 に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【図 8】

図 1 に示す光ヘッド装置に用いる階段状回折素子の別の例を示す断面図である。

【図 9】

図 8 に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【図 1 0】

図 5 に示す光ヘッド装置に用いる階段状回折素子の別の例を示す断面図である。

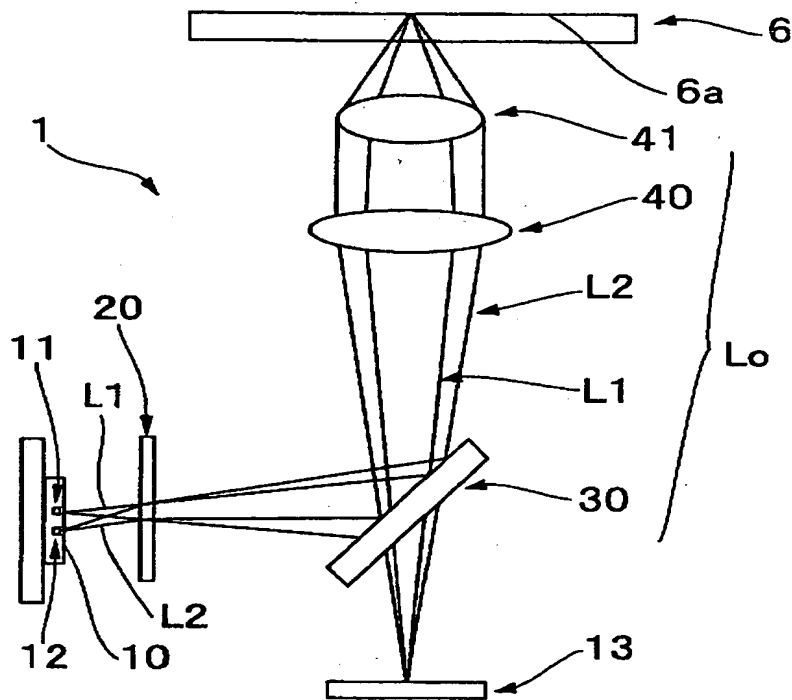
【符号の説明】

- 1 光ヘッド装置
- 1 0 2 波長光源
- 1 1 第 1 のレーザ光源
- 1 2 第 2 のレーザ光源
- 1 3 受光素子

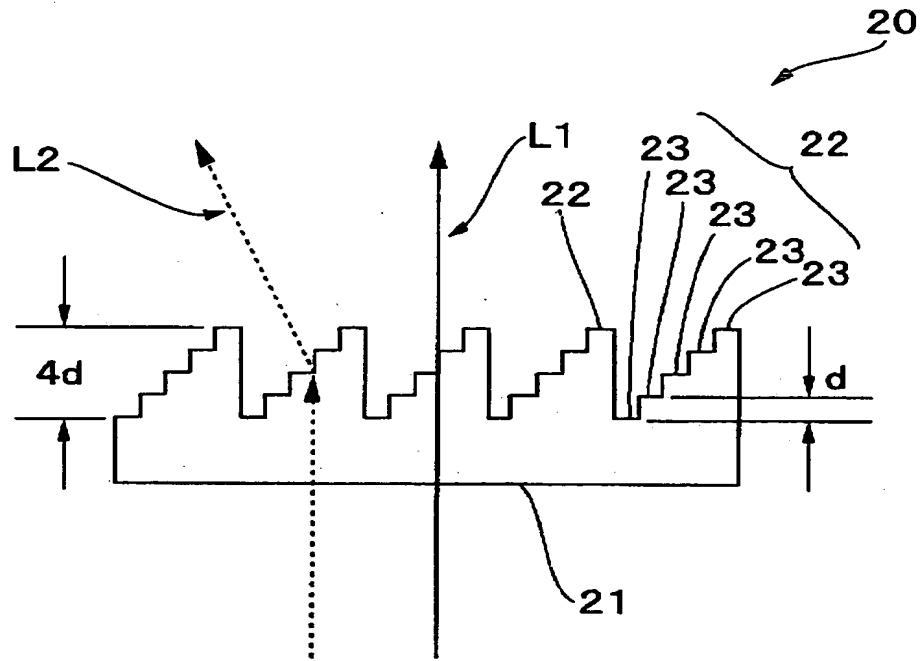
- 2 0 階段状回折素子
- 2 1 入射面
- 2 2 出射面
- 2 3 段面
- 3 0 ビームスプリッタ
- 4 0 コリメートレンズ
- 4 1 対物レンズ
- L o 共通光学系
- L 1 第 1 のレーザ光
- L 2 第 2 のレーザ光
- d 段差

【書類名】 図面

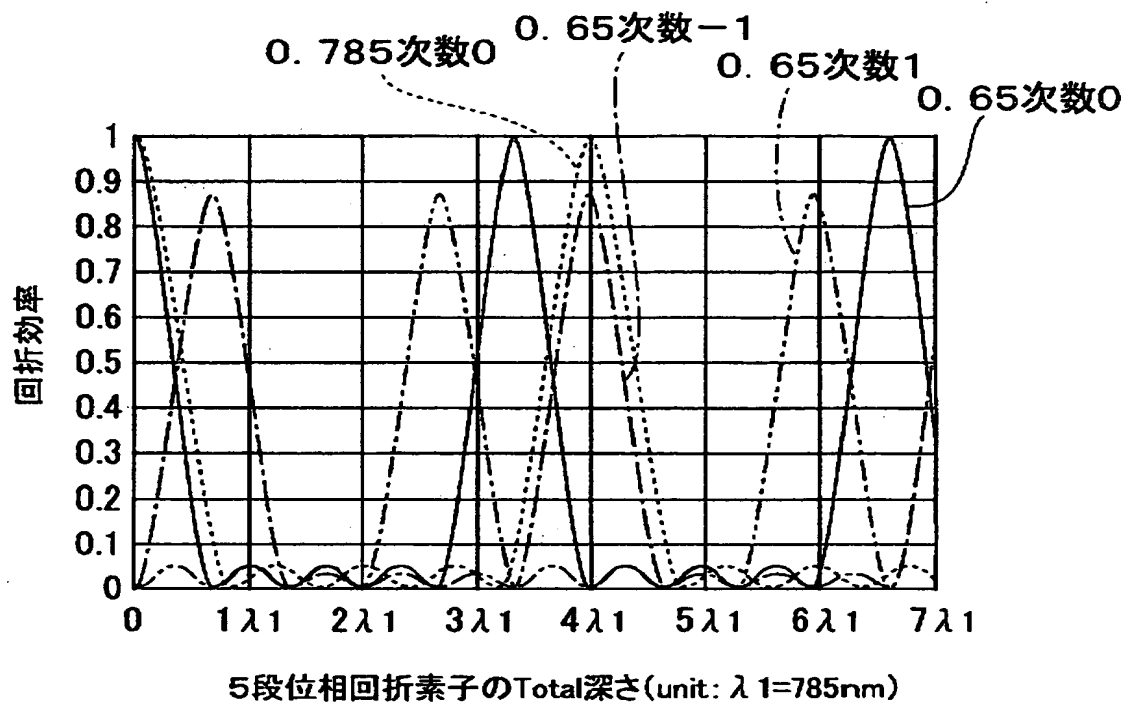
【図 1】



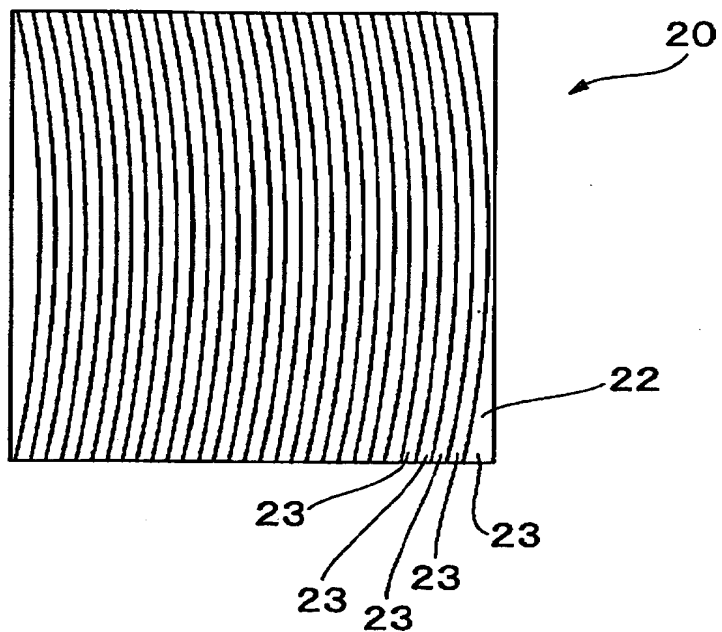
【図 2】



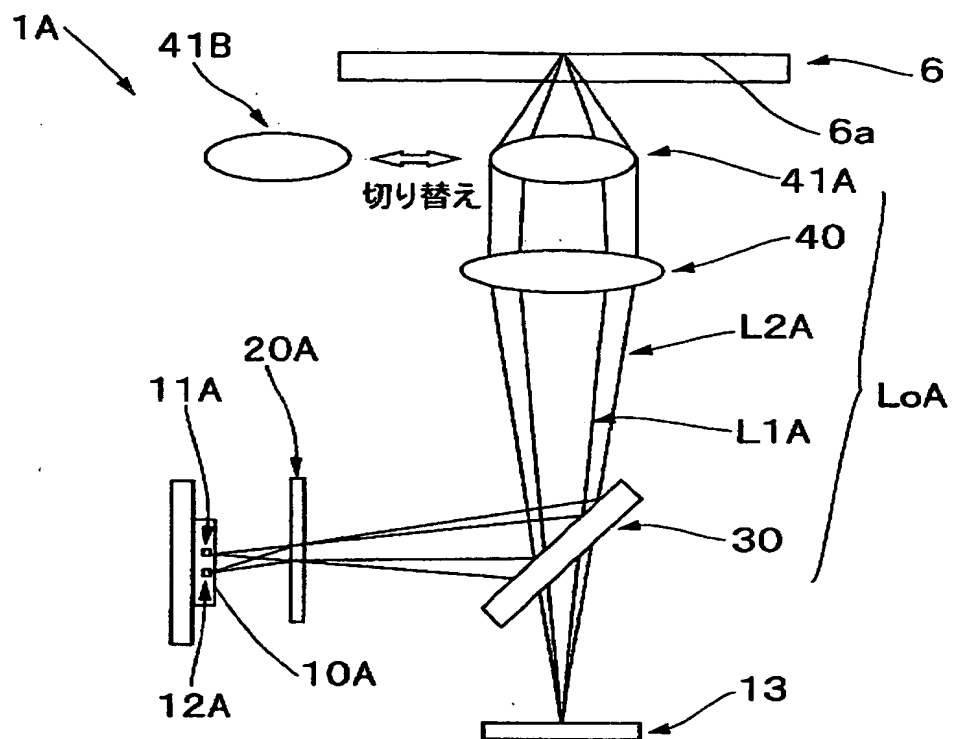
【図3】



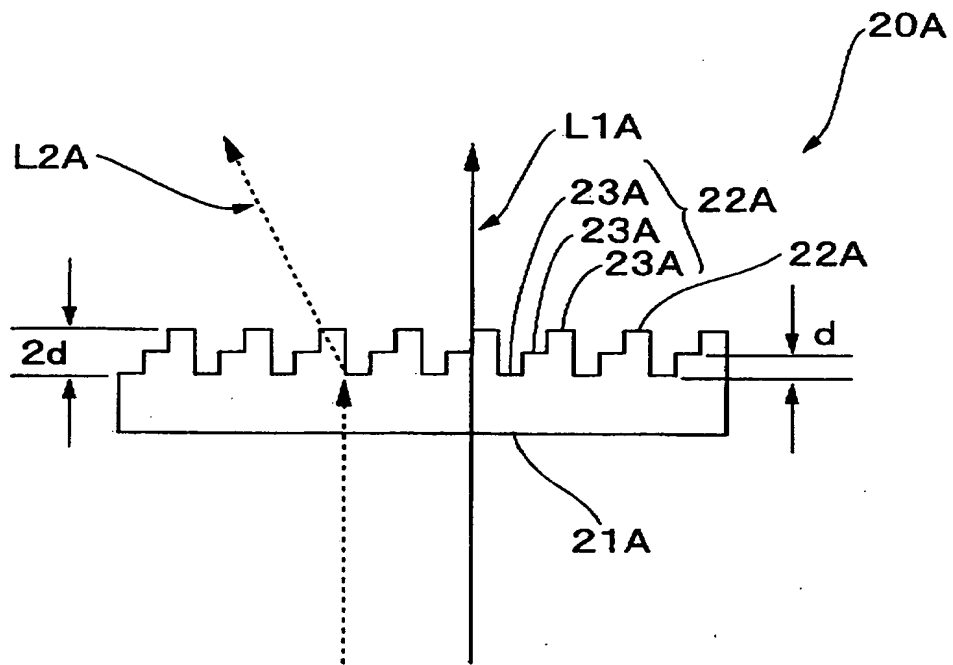
【図4】



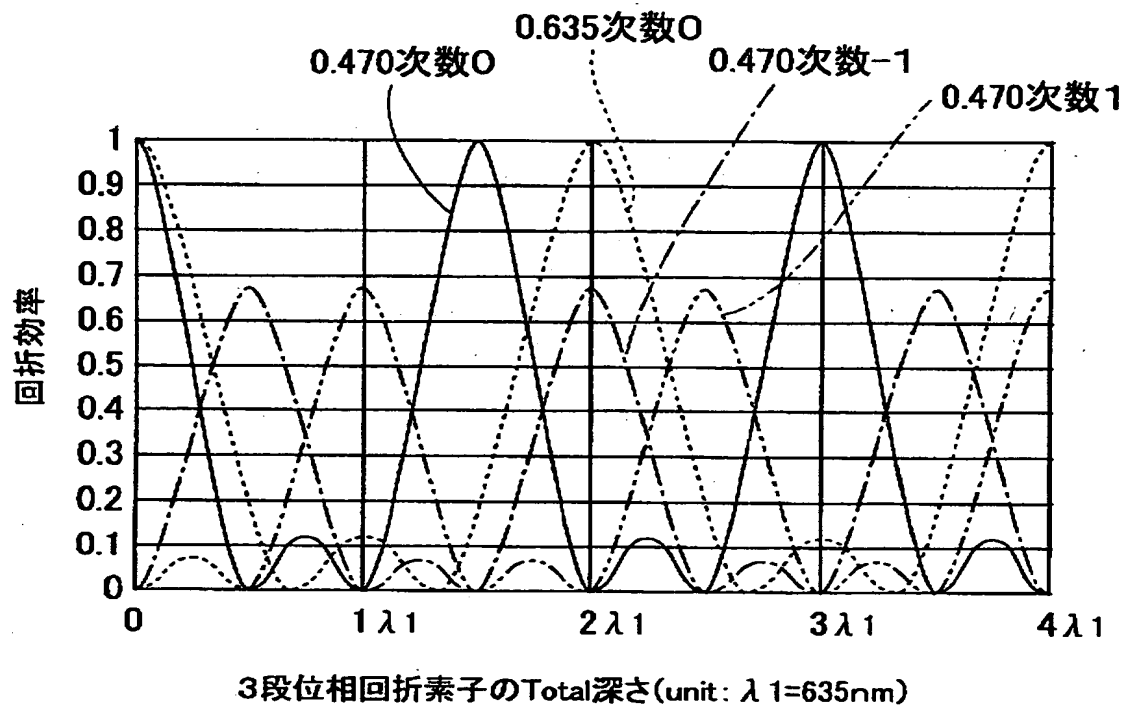
【図5】



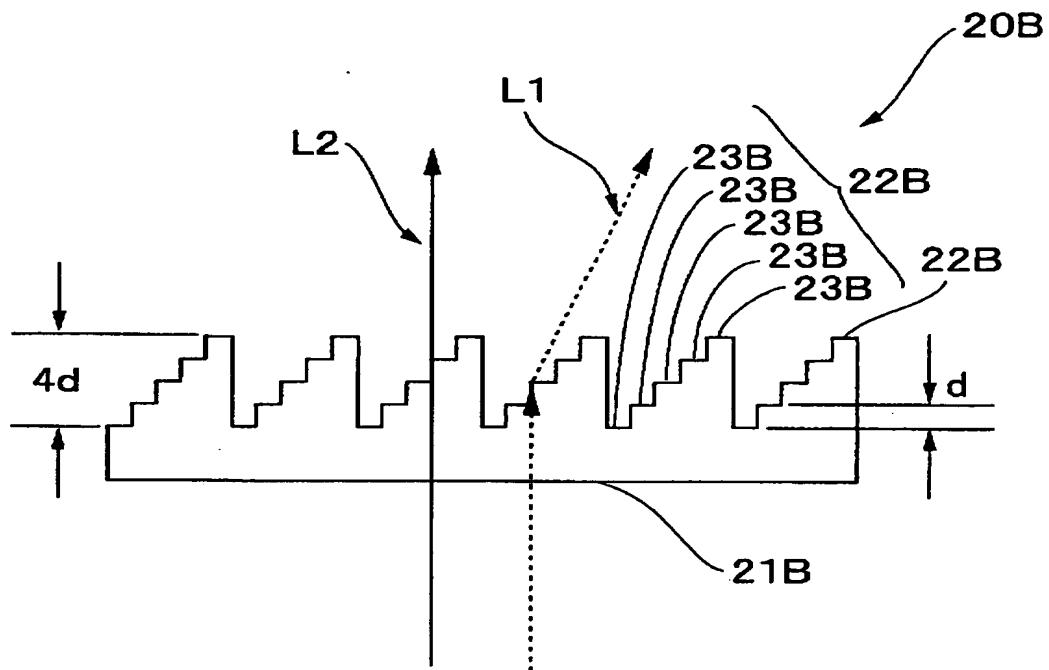
【図 6】



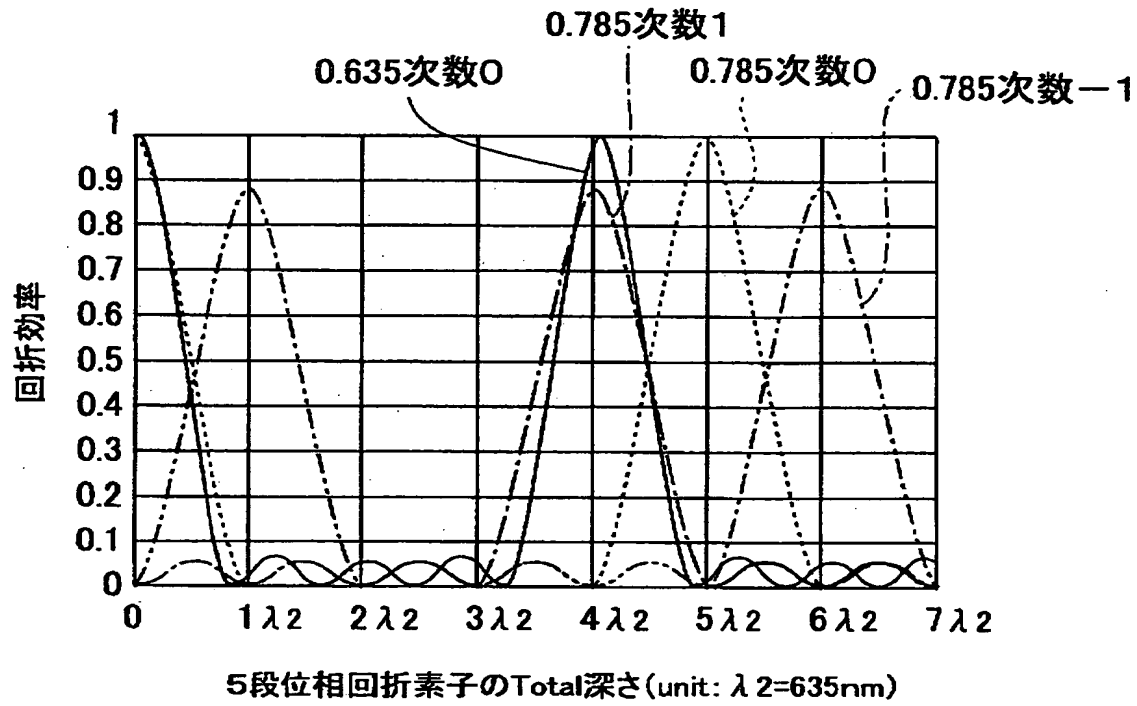
【図 7】



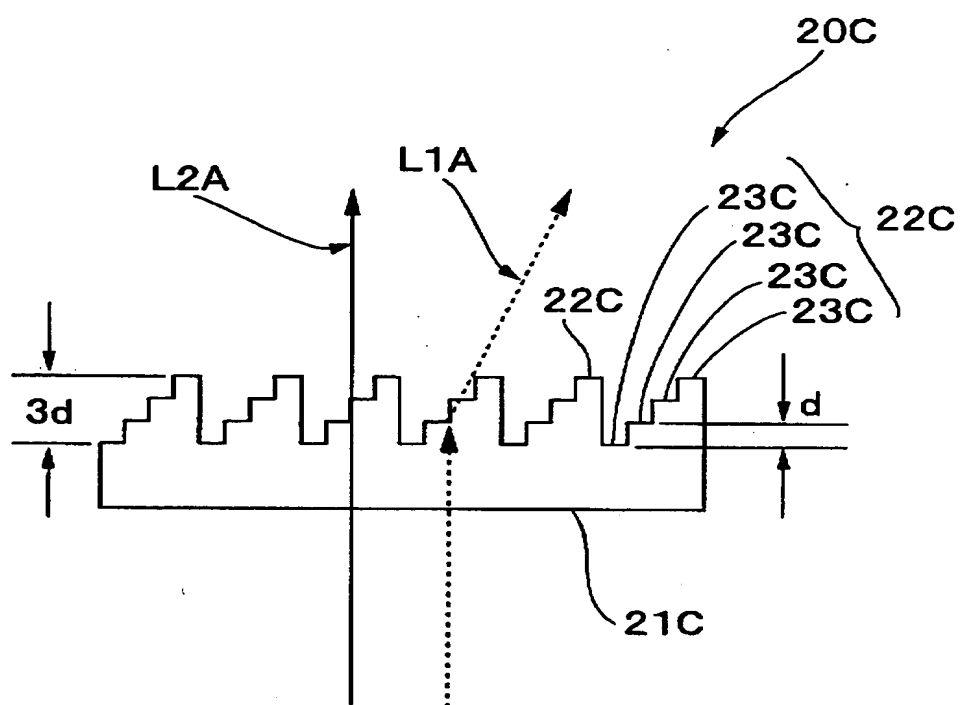
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長の異なる光を出射する複数の光源から出射された各光を共通光学系に効率よく導くことができる階段状回折素子を備えた光ヘッド装置を提案すること。

【解決手段】 2波長光ヘッド装置1では、異なる波長のレーザ光L1、L2の光軸を合わせる位相回折素子として階段状回折素子20を採用し、階段状回折素子20の段面23の段差を、長波長側の波長 λ_1 の光を直進させるように設定すると共に、当該階段状回折素子20の階段状格子の段数を、短波長側の波長 λ_2 の光の-1次回折光の回折効率が最大となるように、

$$\lambda_1 / \lambda_2 = \alpha / (\alpha + 1)$$

により求められる α に最も近い整数としている。これにより、異なる光源から出射された各光L1、L2を、光量損失の少ない状態で共通光学系L0に導くことができる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-036619
受付番号	50100200568
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 2月15日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 2月14日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002233]

1. 変更年月日 1990年 8月20日
[変更理由] 新規登録
住 所 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
氏 名 株式会社三協精機製作所